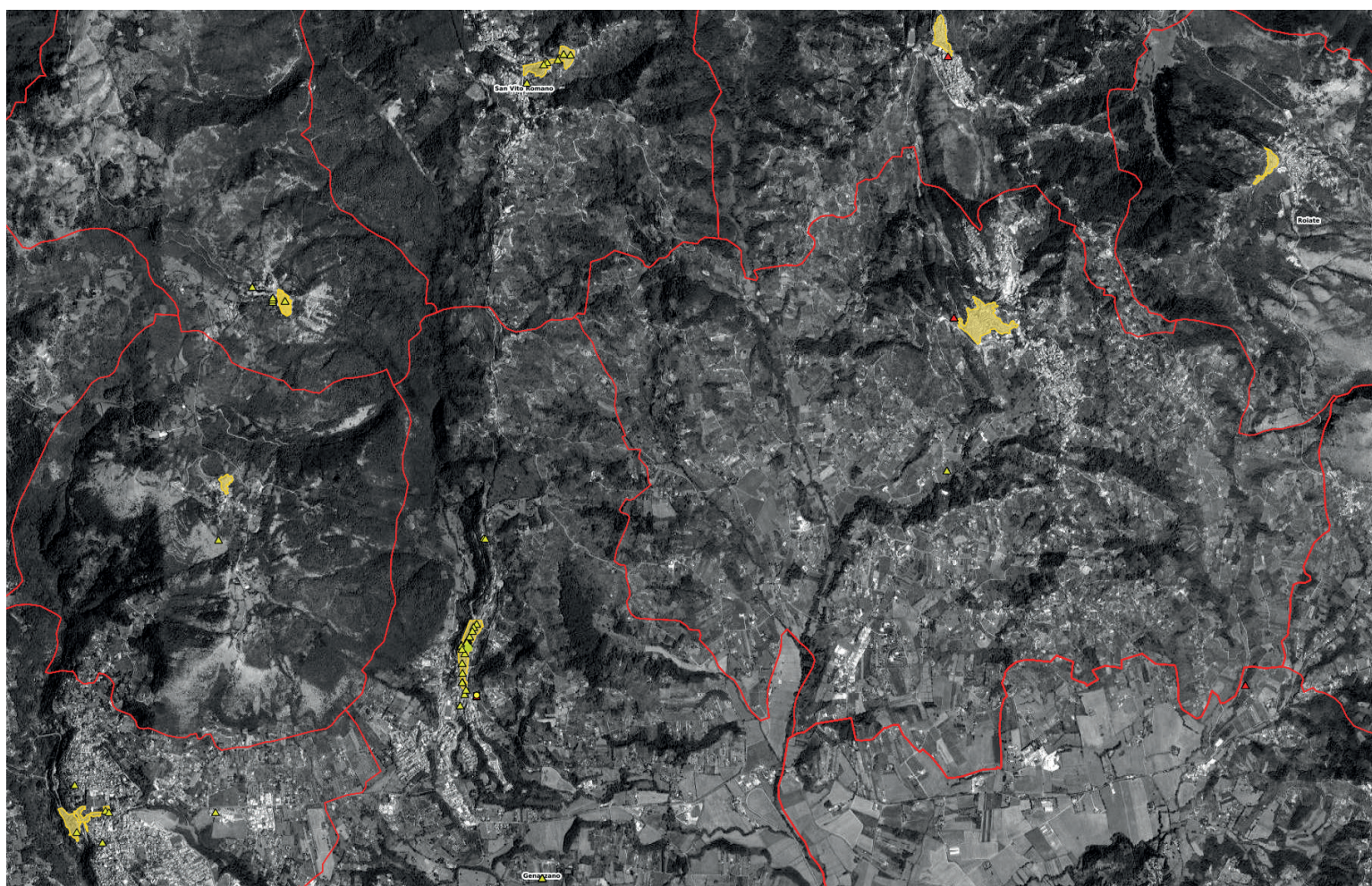


Centri storici, digitalizzazione e restauro

Applicazioni e prime normative della Carta del Rischio

Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli,
Silvia Cutarelli, Annarita Martello



Collana Studi e Ricerche 109

SCIENZE E TECNOLOGIE

Centri storici, digitalizzazione e restauro

Applicazioni e prime normative
della Carta del Rischio

*Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli,
Silvia Cutarelli, Annarita Martello*

*Presentazione di
Marica Mercalli*



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE
2022

Il volume è stato realizzato grazie ai fondi dei progetti di ricerca
Ateneo 'Sapienza' Università di Roma 2016 e 2019

Copyright © 2022

Sapienza Università Editrice

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it

editrice.sapienza@uniroma1.it

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

ISBN 978-88-9377-208-2

DOI 10.13133/9788893772082

Pubblicato nel mese di febbraio 2022



Quest'opera è distribuita
con licenza Creative Commons 3.0 IT
diffusa in modalità *open access*.

In copertina: veduta satellitare di alcuni centri storici a sud-est di Roma (rielaborazione di S. Cutarelli dalla Carta del Rischio).

Indice

Presentazione	7
<i>Marica Mercalli</i>	
1. L'uso della Carta del Rischio per i Centri Storici	11
<i>Donatella Fiorani</i>	
2. I vocabolari della Carta del Rischio per i centri storici: un possibile raccordo tra lessico specialistico e interoperabilità	21
<i>Marta Acierno</i>	
3. Le normative dei tracciati schedografici e le schede da campo	35
3.1. Normativa Scheda Centro Storico	35
3.2. Scheda da campo Centro Storico	56
3.3. Normativa Scheda Unità Urbana-Aggregato	60
3.4. Scheda da campo Unità Urbana-Aggregato	98
3.5. Scheda da campo Unità Urbana-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica	104
3.6. Scheda da campo Fronte Edilizio	109
4. Modelli di calcolo per le trasformazioni e modifiche moderne, per la vulnerabilità delle Unità Urbane e dei Fronti Edilizi	119
<i>Adalgisa Donatelli</i>	
5. La schedatura delle Unità Urbane nella Carta del Rischio: un'esemplificazione	135
<i>Annarita Martello</i>	
6. La schedatura dei Fronti Edilizi nella Carta del Rischio: processi di lettura e d'informatizzazione	153
<i>Silvia Cutarelli</i>	
Bibliografia	169

4. Modelli di calcolo per le trasformazioni e modifiche moderne, per la vulnerabilità delle Unità Urbane e dei Fronti Edilizi

Adalgisa Donatelli

4.1. Premessa: l'approccio statistico-descrittivo come metodo di stima speditiva nella Carta del Rischio

Il sistema Carta del Rischio del patrimonio culturale mira a determinare, attraverso un modello di analisi statistica, situazioni di rischio associate a ciascun bene (monumenti, complessi architettonici ed archeologici, oggetti mobili), incrociando opportunamente i dati di pericolosità territoriale con quelli di vulnerabilità dei beni culturali, a loro volta estratti da moduli schedografici appositamente redatti.

Specifiche schede di rilevazione forniscono, infatti, quei dati descrittivi dei beni analizzati in grado di cogliere le principali caratteristiche connotanti e i fattori significativi che esprimono lo stato di conservazione. In quest'ottica, per i beni architettonici e archeologici, per esempio, gli indicatori di pericolosità sono suddivisi in tre 'domini' ('Statico-Strutturale'; 'Ambiente-Aria'; 'Antropico'), quelli di vulnerabilità si desumono da un tracciato schedografico che descrive lo stato di conservazione del bene indagato¹. Due differenti metodi statistici sono stati applicati per il calcolo degli indicatori di vulnerabilità (denominata 'classica'). Il primo, impiegato per i primi due domini di pericolosità, calcola la vulnerabilità attraverso una combinazione lineare di variabili, registrate nella scheda, che esprimono lo stato di conservazione delle diverse componenti architettoniche in cui è suddivisa una data unità edilizia; ogni variabile che, di fatto, corrisponde a un

¹ CACACE 2006; BARTOLOMUCCI, CACACE 2009. In FERRONI, CACACE 2004 è descritto il modello di valutazione della vulnerabilità archeologica. In FERRONI, ANGELETTI 2008 sono illustrati i modelli di calcolo di vulnerabilità, pericolosità e rischio adottati nel sistema Carta del Rischio della Regione Sicilia.

giudizio sullo stato di conservazione, oltre ad essere opportunamente quantificata attraverso l'assegnazione di un punteggio, è anche moltiplicata per un 'peso', consentendo così da un lato di rendere confrontabili informazioni di per sé differenti, dall'altro di istituire con la pesatura relazioni rappresentative di condizioni reali². Il secondo metodo, utilizzato rispetto al dominio 'Antropico', riunisce in gruppi i fattori di vulnerabilità rilevati nella scheda, a seconda della loro natura e tipo, e "sulla base di correlazioni empiriche registrate tra i diversi gruppi, quantifica le variabili". L'indicatore di vulnerabilità antropica è poi calcolato come una combinazione lineare delle variabili stimate, utilizzando come coefficienti di tale aggregazione i 'pesi' forniti per ogni gruppo di fattori³.

Un approccio statistico-descrittivo interviene, quindi, in entrambe le metodologie appena delineate, nel valutare la vulnerabilità, ovvero nel relazionare attraverso algoritmi 'semplici' (per esempio medie aritmetiche) o più 'complessi' (medie pesate) le diverse informazioni registrate per ciascun bene in occasione di campagne di censimento. Grazie al contributo di metodi e modelli statistici si possono poi stabilire correlazioni tra le diverse informazioni tematiche che portano a individuare i rapporti esistenti fra patrimonio culturale, stato di conservazione e fattori all'origine del deperimento, consentendo di definire graduatorie relative al rischio di perdita del bene⁴.

² Questo metodo, denominato "Analisi in Componenti Principali per Variabili Ordinali", è applicato attraverso la tecnica 'PRINCALS'. COPPI 1997, p. 35.

³ La metodologia adottata per il dominio 'Antropico' è denominata "Analisi Canonica Generalizzata" ed è applicata attraverso la tecnica 'OVERALS'. COPPI 1997, p. 35.

⁴ BALDI, COPPI, GIOVAGNOLI, MARABELLI 1994; BALDI, COPPI, GIOVAGNOLI, MARABELLI 1995. Un'altra esperienza italiana che ha visto l'apporto di un modello statistico quale strumento per determinare in modo speditivo la vulnerabilità sismica di chiese è stata condotta immediatamente dopo il terremoto umbro-marchigiano del 1997 (26 settembre), da parte del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti e il Servizio Sismico Nazionale. La metodologia, messa in campo in condizioni di urgenza post-sismiche, ha l'obiettivo di rilevare in modo rapido indici di vulnerabilità e di danno, correlando un certo numero di 'indicatori' rappresentativi di debolezze e dissesti osservati sugli edifici religiosi colpiti dal terremoto. Secondo tale approccio, la vulnerabilità viene computata valutando, per ciascun meccanismo di danno, l'esistenza e l'efficacia di presidi antisismici, nonché la presenza e la gravità di indicatori di fragilità. L'algoritmo impiegato, in questo caso, consiste in una media pesata fra la somma dei meccanismi attivati o attivabili fra i 28 possibili in caso di sisma (a ciascuno dei quali è assegnato un fattore di importanza) a cui sono sottratti i relativi presidi ritenuti efficaci. LAGOMARSINO, PODESTÀ 1999; CIFANI, LEMME, PODESTÀ 2005, pp. 116-119; LINEE GUIDA 2010, pp. 79-87.

Come si è già precedentemente illustrato, il centro storico viene definito da sei diversi modelli schedografici a scala progressivamente più dettagliata. Per tre di questi, relativi alle Unità Urbane e ai Fronti Edilizi, sono stati messi a punto specifici algoritmi di calcolo⁵.

In particolare, rispetto alle Unità Urbane e ai relativi Fronti Edilizi, la stima della vulnerabilità è stata affiancata da quella delle trasformazioni e modifiche moderne con l'obiettivo di garantire il più possibile un'interazione strutturata di queste informazioni. La valutazione congiunta, infatti, di due indici globali (espressione l'uno delle trasformazioni e modifiche moderne e l'altro delle vulnerabilità) consente di esplicitare quantitativamente, assieme alle carenze osservate, il grado di conoscenza acquisito rispetto alla storia costruttiva dell'aggregato o del suo fronte, sia in presenza di un rilievo speditivo sia avendo la disponibilità di un eventuale approfondimento storico. A tale scopo sono state introdotte, per esempio per le Unità Urbane, formulazioni algoritmiche capaci di cogliere contestualmente e in modo speditivo modifiche moderne delle finiture e dei componenti edilizi, carenze materiche e costruttive, dissesti strutturali, degrado delle superfici e delle coperture⁶.

In generale, la struttura metodologica per la stima dei due indici complessivi, sia per le Unità Urbane sia per i Fronti Edilizi, privilegia un approccio 'descrittivo'; sono stati infatti introdotti algoritmi di calcolo che 'aggregano' con medie aritmetiche e pesate i dati registrati nelle schede sotto forma di 'incidenze', ovvero di percentuali articolate in 5 intervalli compresi fra 0 e 1, stimate dal compilatore rispetto a tutti gli indicatori che concorrono a rappresentare, in modo speditivo, tipo e livello di modifiche moderne e di fragilità osservate⁷.

In generale, quindi, nella valutazione di trasformazioni moderne e vulnerabilità, non partecipa la peculiare natura dei diversi aspetti rilevati, ma le relative incidenze, riservando nella scheda voci dedicate a una descrizione più specifica.

⁵ Il calcolo della vulnerabilità e della trasformazione relativo al Centro Storico come intero è in relazione ai risultati ricavati per le Unità Urbane che lo compongono, così come i valori vulnerabilità e trasformazione degli Spazi Urbani saranno legati, una volta informatizzato il modello stratigrafico, ai risultati relativi ai Fronti Edilizi prospicienti.

⁶ L'impostazione del modello di calcolo impiegato per le Unità Urbane è descritta in DONATELLI 2019.

⁷ I cinque intervalli delle incidenze sono calibrati nel modo seguente: 0-20%; 21-40%; 41-60%; 61-80%; 81-100%.

L'opportunità di introdurre un sistema di 'pesi' per la stima degli indici globali è stata suggerita, come meglio delineato nel prosieguo, dalla necessità di 'costruire' i due valori unici, espressione rispettivamente della presenza di trasformazioni moderne e di vulnerabilità, attraverso la combinazione di variabili profondamente diverse fra loro e di per sé non confrontabili.

Il passaggio di scala dalle unità urbane ai fronti edilizi ha infine richiesto, in particolare per l'indice di vulnerabilità 'INDvul(k)', un'impostazione del modello di calcolo più articolata rispetto a quella applicata per gli aggregati urbani. La stima di INDvul(k), infatti, esprime lo stato di conservazione del fronte edilizio 'k', ottenuto 'combinando' le valutazioni registrate nella scheda – in termini di 'gravità', 'estensione' ed 'urgenza' – rispetto a ciascun tipo di danno osservato in corrispondenza di ogni elemento costruttivo ("strutture in elevato, sporto di gronda, mensole, vani d'accesso, vani di finestra e altre aperture, rivestimenti, tinteggiature, apparato decorativo di superficie, apparato decorativo plastico, infissi, elementi di protezione verticale o orizzontale, manto di copertura, pavimentazioni, insegne, sistemi di smaltimento delle acque piovane, impianto elettrico in facciata, canne fumarie in facciata, vani per contatori/centraline, componenti impiantistiche varie") che compone la facciata indagata⁸. Viceversa, l'indice globale di trasformazioni e modifiche moderne dei fronti edilizi ricalca l'impostazione seguita per le unità urbane, considerando, come variabili significative, la sostituzione di finiture e infissi storici, le modifiche costruttive e la presenza di impianti moderni. In tal senso, se da un lato, l'osservazione dei fronti edilizi richiede un maggiore approfondimento della lettura delle forme di alterazione e degrado e una relativa qualificazione che partecipa alla stima della vulnerabilità, dall'altro, la comprensione delle 'fasi costruttive di pertinenza' resta un campo descrittivo nella scheda, assente nel calcolo dell'indice di trasformazioni e modifiche moderne; a quest'ultimo partecipano, invece, come già accennato, le incidenze relative alle sostituzioni e agli interventi con tecnologie e materiali non tradizionali. Questa impostazione deriva dalla scelta consapevole di salvaguardare i palinsesti derivati da stratificazioni

⁸ Nelle norme di compilazione della scheda è indicato il vocabolario chiuso degli elementi costruttivi del fronte osservato nelle voci Elementi composti, Elementi componenti, Elementi individuali.

del passato e di considerare estranee, e dunque oggetto di interventi prioritari, le sole superfetazioni e trasformazioni avulse dalla natura storica dei fronti.

Il modello di calcolo adottato per le Unità Urbane è stato oggetto di una prima applicazione che ha consentito di verificarne la correttezza e di introdurre diverse modifiche suggerite dalla sperimentazione⁹.

Per il sistema Fronti Edilizi è stata avviata una fase di validazione che consentirà di perfezionare il modello di calcolo adottato e di introdurre eventuali migliorie sulla base dei risultati ottenuti su un campione significativo.

La definizione di 'mappe del rischio' alla scala delle Unità Urbane e dei Fronti Edilizi, infine, richiede la sovrapposizione delle rappresentazioni georeferite degli indici di vulnerabilità complessivi (opportunamente raggruppati in classi)¹⁰ alle carte tematiche dedicate alle diverse pericolosità territoriali (di tipo idrogeologico, sismico, franoso, alluvionale, ecc.), secondo il modello di interrelazione di tipo '*overlay mapping*'. Un'ulteriore potenzialità del sistema risiede, inoltre, in una valutazione analitica dei livelli di rischio, secondo il modello di interrelazione di tipo '*sintetico*'¹¹. Per esempio, per il rischio di perdita materiale, dovuto all'azione patogena di agenti ambientali sulle superfici architettoniche, avvalendosi di un percorso di ricerca attivo già dal 2007 fra l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e l'Istituto Centrale per il Restauro (ICR), si possono prendere in considerazione modelli di calcolo in grado di 'combinare' i livelli di concentrazione di quegli inquinanti, ritenuti tra i maggiori responsabili dei fenomeni di degrado superficiale, riscontrati sul costruito di un centro storico, con il numero degli aggregati o dei fronti edilizi aventi

⁹ In FIORANI, CUTARELLI, DONATELLI, MARTELLO 2019 sono illustrate precisazioni e modifiche introdotte nel tracciato schedografico Unità Urbana e nelle formulazioni algoritmiche a seguito di una validazione condotta su due centri laziali (Cittaducale e Genazzano).

¹⁰ Per le Unità Urbane, al momento sono state ipotizzate tre classi di vulnerabilità – bassa, media, alta – in cui raggruppare, rispettivamente, valori compresi fra 0-0.3; 0.3-0.7; maggiore di 0.7.

¹¹ Il metodo di interrelazione '*overlay mapping*' deriva "dalla sovrapposizione (sulla stessa immagine cartografica) di due (o più) informazioni: almeno una afferente la pericolosità e almeno una afferente la schedatura del patrimonio culturale, e permette la lettura contemporanea dei fenomeni senza perdere l'informazione fornita dal dato di base". Il metodo di interrelazione '*sintetico*' "definisce il rischio come prodotto dell'intensità dei fattori di pericolosità riscontrata e numero di beni selezionati presenti nell'ambito territoriale". COPPI 1997, pp. 26-27.

un elevato livello di vulnerabilità¹². Questa metodologia, in presenza di indicatori di pericolosità opportunamente misurati, potrebbe essere estesa ad altre tipologie di rischio, fermo restando che l'approccio qualitativo ottenuto con un'opportuna rappresentazione sinottica delle mappe di pericolosità e di vulnerabilità consente di visualizzare in modo immediato ed efficace i livelli di rischio, sia in forma singola che aggregata¹³.

4.2. Gli algoritmi di calcolo per le Unità Urbane

La stima dell'Indice di trasformazioni e modifiche (I_{tm}) per le Unità Urbane¹⁴ si ottiene attraverso una media pesata di due indicatori rappresentativi di trasformazioni e modifiche osservate l'uno sui rivestimenti e sugli infissi (T_{mri}), l'altro sui componenti costruttivi (T_{mc}):

$$I_{tm} = \frac{(T_{mri} * p_{mri} + T_{mc} * p_{mc})}{(p_{mri} + p_{mc})}$$

I simboli p_{mri} e p_{mc} indicano i pesi assegnati ad ogni indicatore.

Si tratta di una combinazione lineare fra due 'sotto-indici' tematici espressione di interventi non pertinenti la natura strutturale, materica e figurativa del costruito storico. T_{mri} , infatti, esibisce le sostituzioni moderne osservate in corrispondenza di rivestimenti, decorazioni e infissi, T_{mc} esprime sopraelevazioni e superfetazioni, operazioni di sostituzione e riparazione su componenti edilizi, sistemi costruttivi avulsi dall'edificato storico, nonché gli avvicendamenti che possono aver procurato all'interno di un aggregato urbano la costruzione di un'intera unità edilizia al posto di una preesistenza storica.

¹² Da alcuni anni l'ISPRA e l'ICR collaborano in un progetto di ricerca finalizzato ad individuare il potenziale rischio di degrado materico del patrimonio culturale in relazione all'inquinamento atmosferico registrato in special modo nei contesti molto urbanizzati. Vedi, a tal proposito, BONANNI, CACACE, GADDI, GIOVAGNOLI 2009.

¹³ Si precisa che nei modelli per la valutazione del rischio bisogna computare, oltre alla pericolosità e alla vulnerabilità, anche l'esposizione, fattore in questa fase non ancora preso in considerazione e certamente suscettibile di opportuni approfondimenti.

¹⁴ L'algoritmo relativo alle Unità Urbane è stato già illustrato in FIORANI, CUTARELLI, DONATELLI, MARTELLO 2019, in particolare pp. 78-95; si riportano in questa sede le informazioni essenziali necessarie a chiarirne l'impostazione, corredate di nuove considerazioni, nonché la specifica di un aggiornamento di calcolo introdotto.

Per la valutazione di T_{mri} è stata introdotta una media aritmetica fra due incidenze di sostituzioni moderne: l'una stimata osservando i rivestimenti (I_{smr}) e l'altra visionando gli infissi esterni (I_{smie}):

$$T_{mri} = \frac{(I_{smr} + I_{smie})}{2} * f_{c_c} * f_{c_v}$$

Per il calcolo del sotto-indice 'Trasformazioni e modifiche costruttive' (T_{mc}) è stata invece proposta una media pesata, in considerazione del contributo maggiore che l'incidenza riferita alla sostituzione di un'intera unità edilizia avrebbe rispetto alle altre variabili che concorrono alla stima.

L'espressione analitica di T_{mc} ha la seguente formulazione:

$$T_{mc} = \frac{[(I_{Uems} * p_{Uems}) + I_{ecmt} + I_{ssm} + I_{sm} + I_{rm}] * f_{c_c} * f_{c_v}}{(p_{Uems} + 4)}$$

Il peso p_{Uems} assegnato all'incidenza rappresentativa di un'unità edilizia ricostruita completamente in sostituzione di una preesistenza storica è stato considerato con una rilevanza doppia rispetto alle altre incidenze e quindi posto pari a 2; I_{ecmt} valuta gli elementi costruttivi moderni di trasformazione; I_{ssm} esprime l'incidenza di sopraelevazioni e/o superfetazioni estranee al costruito storico; I_{sm} e I_{rm} si riferiscono, rispettivamente, alle sostituzioni e alle riparazioni moderne osservate.

In entrambe le formule dei sotto-indici T_{mri} e T_{mc} e analogamente in quelle più avanti delineate che contribuiscono al calcolo dell'indice di vulnerabilità, sono stati introdotti, a seguito di una prima fase applicativa di validazione della scheda Unità Urbana, due coefficienti denominati il primo 'fattore di confidenza/ispezionabilità' (f_{c_c}) e il secondo 'fattore di confidenza/visibilità' (f_{c_v})¹⁵. Si tratta di due 'correttivi' che moltiplicati alle formulazioni algoritmiche intendono

¹⁵ FIORANI 2019, pp. 88-90. La questione della qualità delle informazioni che in un rilievo speditivo può essere compromessa o comunque condizionata dall'accessibilità di spazi, luoghi, superfici da indagare è stata per esempio affrontata nella scheda sismica della Carta del Rischio associando ai dati più significativi per il calcolo della vulnerabilità "una qualità dell'informazione (o confidenza del dato), che varia su 4 livelli (alta, media, bassa, assente)". ANGELETTI *et al.* 2009, p. 3.

‘perfezionarle’ considerando il livello di accessibilità alle informazioni. In tal senso, infatti, da un lato non tutti i fronti potrebbero essere sempre ispezionabili, per esempio perché appartenenti a facciate interne all’edificio o prospicienti cortili non praticabili; dall’altro, i prospetti per esempio rivestiti con intonaci non consentono l’osservazione dei caratteri costruttivi.

Il calcolo di fc_c si ottiene in funzione del ‘Numero dei piani relativi ai fronti interni ed esterni ipotizzati’ (nF_i) e del ‘Numero di piani interni ed esterni totali’ (nF_{tot}), secondo la combinazione di seguito indicata:

$$fc_c = 1 + nF_i/nF_{tot}$$

Il coefficiente fc_c che può variare fra 1, quando l’ispezionabilità è massima e non è dunque necessario ipotizzare alcun piano per esempio sulla base di foto aeree e mappe catastali, e 2, quando viceversa tutti i fronti non sono accessibili e solo supposti dalla documentazione disponibile.

La formulazione di fc_v confronta il ‘Numero di piani ispezionabili con rivestimento’ con il ‘Numero dei piani ispezionabili’:

$$fc_v = 1 + nF_r/nF$$

Anche in questo caso fc_v varia fra un valore minimo pari a 1, quando tutti i piani sono privi di intonaci o finiture che coprono apparecchi murari e dettagli costruttivi (ovvero il numero dei fronti con rivestimento è pari a 0), e un valore massimo pari a 2, quando invece tutti i fronti non sono indagabili nelle loro caratteristiche costruttive perché rivestiti.

Il procedimento di calcolo per l’Indice di vulnerabilità (I_v) è caratterizzato dalla medesima impostazione descritta per quello di trasformazioni e modifiche moderne.

Per I_v infatti, è stata proposta una media pesata che aggrega variabili di natura differente (sotto-indici tematici), ciascuna espressione di carenze e stati di danno opportunamente raggruppati, quali: le vulnerabilità costruttive ‘ V_c ’; i dissesti strutturali ‘ D_{St} ’; il degrado delle superfici ‘ D_s ’ e quello osservato in corrispondenza delle coperture ‘ D_c ’:

$$I_v = \frac{(V_c * p_{vc} + D_{St} * p_{St} + D_s * p_{ds} + D_c * p_{dc})}{(p_{vc} + p_{St} + p_{ds} + p_{dc})}$$

Ogni sotto-indice è a sua volta calcolato con medie aritmetiche che combinano indicatori espressi sotto forma di incidenze. V_c per esempio, esibisce le carenze costruttive dell'abitato ritenute più significative, quali i 'vuoti edilizi' dovuti a crolli, demolizioni, parziale o mancata costruzione; sono valutati sia attraverso un'incidenza volumetrica (I_{vve}), computata sulla base dei 'piani equivalenti' corrispondenti al numero medio di quelli esistenti nelle unità edilizie prospettanti l'area vuota, sia con un'incidenza distributiva (I_{dve}), che tiene conto della relativa disposizione rispetto all'aggregato. L'assenza di vuoti, per esempio, si traduce con entrambe le incidenze, volumetrica e distributiva, pari a 0; la presenza di un vuoto cosiddetto 'totale', ovvero che si sviluppa in profondità o in altezza con dimensioni superiori ai valori medi di profondità e altezza relativi delle unità edilizie adiacenti, e avente una disposizione distribuita all'interno dell'abitato, andrà espressa con una I_{vve} certamente maggiore di 0 (puntualmente calcolata) e un I_{dve} massima.

Per la stima delle vulnerabilità costruttive V_c oltre ai vuoti edilizi, sono state identificate differenti discontinuità, rilevabili dall'esterno e ricondotte anch'esse a incidenze che intendono cogliere, alla scala urbana, potenziali punti di fragilità dell'aggregato. La presenza di 'anditi' aperti (passaggi fra due unità edilizie adiacenti), computati, in percentuale, come rapporto fra il relativo numero rispetto a quello delle unità edilizie (I_{aa}), oppure di 'volumi cavi' (come portici, logge, ballatoi coperti), stimati sotto forma di un'incidenza (I_{vc}) ottenuta come rapporto fra il numero totale di piani con volumi cavi e il numero complessivo di piani calcolati nell'Unità Urbana, rappresentano entrambi interruzioni del tessuto edilizio che potrebbero innescare, in special modo in presenza di azioni sismiche o di condizioni franose del terreno, significativi danneggiamenti sulle pareti rimaste libere.

Un'osservazione rivolta alle caratteristiche costruttive e materiche dei fronti urbani ispezionabili contribuisce, sempre ai fini di V_c a individuare soluzioni di continuità che ancora una volta potrebbero compromettere un comportamento di insieme per esempio in presenza di azioni eccezionali. Gli 'accostamenti verticali' oppure le 'sovrapposizioni orizzontali' riconoscibili fra elementi costruttivi tradizionali e quelli moderni sono rappresentati da due incidenze, denominate I_{av} e I_{so} ; analogamente un'ulteriore incidenza, I_{dcm} , è riferita alle 'discontinuità costruttive murarie'. Tutte e tre si valutano come rapporto fra il numero totale di piani con queste caratteristiche

e quello complessivo di piani calcolati nell'Unità Urbana. Completano il quadro delle variabili che concorrono alla stima di V_c un parametro finalizzato a esibire il rapporto fra i vani e i relativi fronti, ' I_{vp} ' ('incidenza dei vuoti sui pieni')¹⁶, e un indicatore in grado di segnalare la presenza di edifici caratterizzati da altezze libere ' I_{hl} ' ('incidenza altezza libera')¹⁷ che se particolarmente elevate partecipano in modo significativo ad aumentare la vulnerabilità dell'aggregato per esempio in caso di sisma.

I dissesti e le modifiche strutturali (' D_{st} ') sono computati registrandone sia la distribuzione dei fenomeni per unità edilizia (variabile denominata ' D_{ds} ') sia la relativa incidenza riscontrata per piano (variabile denominata ' I_{ds} '). La formulazione di ' D_{st} ' è infatti ottenuta con una media aritmetica di seguito indicata:

$$D_{St} = \frac{(D_{ds} + I_{ds})}{2} * fc_c * fc_v$$

Il degrado osservato sulle superfici e quello sulle coperture sono, infine, esibiti da due variabili distinte, ' D_s ' e ' D_c '. D_s è pari all'incidenza delle forme di alterazione e degrado rilevate sulle superfici architettoniche (' I_{dsu} '), valutata come rapporto fra il numero totale di piani in cui si notano le problematiche e quello complessivo di piani calcolati

¹⁶ La valutazione di I_{vp} , come indicato nelle norme, tiene conto della distribuzione delle aperture osservate per piano. Nello specifico, viene considerato rilevante un rapporto fra vuoti e pieni per piano superiore a 1:3; verranno pertanto computati tutti i piani in cui si verifica il superamento di tale proporzione. Questo riscontro andrà effettuato considerando le pareti esterne portanti computate per piani, senza prendere in considerazione portici e loggiati, valutati in altra voce.

¹⁷ L'altezza libera rappresentativa dell'unità urbana si calcola come differenza fra l'altezza massima ' H_{max} ' e quella minima ' H_{min} ' entrambe registrate nella scheda. I_{hl} è stata impostata secondo la medesima articolazione delle altre incidenze e tenendo in considerazione l'applicazione della scheda sismica della Carta del Rischio in occasione del censimento condotto in Sicilia e Calabria su circa 3.000 beni (tipologia chiese, palazzi, torri) (DONATELLI 2010, pp. 193-214). Questa sperimentazione aveva evidenziato come un valore massimo di altezza fuori terra (18 m) di un edificio, insieme con la presenza di molte pareti snelli o di numerose aperture sui fronti liberi, comporti un livello 'alto' di vulnerabilità sismica. Viceversa, gli edifici con un'altezza inferiore a 10 m sono caratterizzati, in assenza di ulteriori carenze costruttive, da un livello 'basso' di vulnerabilità. L'introduzione di questa incidenza è avvenuta a seguito dell'impiego delle schede Carte del Rischio nel contesto emiliano da parte di Leila Signorelli, Chiara Mariotti nell'ambito della ricerca PRIN 2017 (unità dell'Università Alma Mater Studiorum diretta da Marco Pretelli); tale applicazione ha evidenziato la significativa presenza, nel centro storico di Bologna, di Unità Urbane-Aggregato contenenti al loro interno torri e/o campanili.

in tutta l'Unità Urbana; D_c è anch'essa rappresentata da una sola incidenza, denominata ' I_{dc} ', che stima il rapporto fra il numero di unità edilizie con coperture degradate e quello complessivo di unità edilizie che costituiscono l'aggregato¹⁸:

$$D_s = I_{dsu} * fc_c * fc_v$$

$$D_c = I_{dc}$$

In occasione di una prima fase di validazione della scheda Unità Urbana-Aggregato, condotta nel centro storico di Cittaducale, sono stati introdotti tre sistemi di pesi per la valutazione degli indici complessivi, ciascuno orientato a rappresentare scenari differenti ritenuti utili a seconda delle finalità di impiego della schedatura. Il primo, denominato 'Globale', prevede una gerarchizzazione dei pesi basata sul principio della rilevanza: al sotto-indice che risulta avere l'incidenza maggiore è associato il peso più alto e a seguire vengono attribuiti pesi decrescenti e proporzionali alle relative rilevanze. Nel caso di I_{tm} , poiché dipende da due soli sotto-indici tematici (T_{mri} e T_{mc}), i relativi pesi, p_{mri} e p_{mc} sono posti rispettivamente pari a 2 e 3, se T_{mc} è maggiore di T_{mri} ; viceversa, se T_{mri} prevale su T_{mc} a p_{mri} è assegnato il valore 3, a p_{mc} il valore 2. Analogo ragionamento è stato applicato per il calcolo di I_v complessivo¹⁹. Lo 'scenario globale' fornisce, quindi, una lettura e una visualizzazione dei risultati aderenti la schedatura condotta. Nell'ipotesi in cui si vogliono approfondire trasformazioni e stato di conservazione legati a ragioni unicamente strutturali (per esempio rilevare la vulnerabilità in previsione di eventi sismici o in presenza di fenomeni franosi), si è proposto di introdurre un sistema di pesi, detto 'scenario strutture', calibrato per far emergere gli aspetti connessi alle questioni strutturali. Un medesimo ragionamento ha suggerito di considerare uno 'scenario finiture', per esempio utile per analisi del costruito rivolte alle superfici architettoniche, assegnando valori più alti ai pesi riferiti ai rivestimenti e agli infissi²⁰. Il senso di questi due scenari

¹⁸ Si nota che nella formulazione di D_c non sono presenti i fattori di confidenza poiché, come illustrato, si riferiscono all'ispezionabilità dei fronti.

¹⁹ Per esempio, se $D_s > D_c > D_{st} > V_c$, i relativi pesi avranno i seguenti valori: $p_{ds} = 5$; $p_{dc} = 4$; $p_{dst} = 3$; $p_{vc} = 2$.

²⁰ Rispetto a questi due scenari, strutture e finiture, la calibratura interessa solo l'indice

tematici, ottenuti con un artificio numerico, risiede solo nell'aver a disposizione una visualizzazione dei risultati dedicata a specifiche finalità di lavoro, utile a rendere più agevole la distinzione e il confronto fra certe variabili rispetto ad altre, fermo restando che nello 'scenario globale' risiede il rilievo dei caratteri costruttivi e dello stato di conservazione aderenti la fase di schedatura.

La rappresentazione dei risultati è stata organizzata in modo tale che ad ogni Unità Urbana sia associata una tabella riepilogativa con indicati i sotto-indici tematici e gli indici complessivi, sia in forma completa, ovvero comprensivi dei fattori di confidenza, sia senza quest'ultimi. È stata inoltre prevista una visualizzazione cartografica degli indici complessivi associando ad essi *layer* di colore differente, distinti nei tre scenari – globale, strutture e finiture – con e senza fattori di confidenza, e raggruppati in tre classi espressione rispettivamente di un livello 'basso' (per valori compresi fra 0 e 0.3), 'medio' (per valori compresi fra 0.3 e 0.7), 'alto' (per valori maggiori di 0.7) di vulnerabilità (I_v) e di trasformazioni e modifiche (I_{tm})²¹.

4.3. Gli algoritmi di calcolo per i Fronti Edilizi

Il calcolo dell'Indice di trasformazioni e modifiche ' I_{tm} ' riferito ai fronti edilizi si ottiene aggregando tre sotto-indici tematici, due espressione di trasformazioni e modifiche moderne rispettivamente osservate in corrispondenza delle finiture (' T_{mf} ') e della costruzione (' T_{mc} '), il terzo indicativo della presenza di impianti moderni (' P_{im} ').

di vulnerabilità e non quello di trasformazioni e modifiche che attraverso i due sotto-indici tematici (l'uno relativo ai rivestimenti e agli infissi, l'altro agli aspetti costruttivi) esibisce direttamente la distinzione fra i fenomeni che interessano le ricadute strutturali e quelli che riguardano le superfici architettoniche. Per I_v , se l'interesse è orientato alle questioni strutturali, si introduce una graduatoria dei pesi che dà priorità alle vulnerabilità costruttive e ai dissesti (il prevalere dell'uno sull'altro dipende dalla rispettiva rilevanza), segue il degrado delle coperture e infine quello delle superfici; se invece l'utilità della schedatura è finalizzata alle superfici, si associa il peso più elevato al degrado delle superfici, poi a quello delle coperture, ai dissesti strutturali e infine alle vulnerabilità costruttive.

²¹ I *range* numerici proposti per le tre classi di rappresentazione sono al momento da considerarsi provvisori poiché stabiliti in base ai risultati ottenuti da una prima validazione condotta nel centro laziale di Cittaducale; ulteriori applicazioni del sistema Unità Urbane consentirà di confermare o precisare gli intervalli. La visualizzazione dei risultati raggruppati in classi è stata per esempio adottata nella sperimentazione della scheda sismica della Carta del Rischio condotta in Sicilia e Calabria (ANGELETTI, FERRONI 2008, pp. 165-188).

$$I_{im} = \frac{(T_{mf} * p_{mf} + T_{mc} * p_{mc} + P_{im} * p_{im})}{(p_{mf} + p_{mc} + p_{im})}$$

Il sistema dei pesi (variabili fra i valori 2, 3 e 4) è stabilito in base al principio della ricorrenza, ad eccezione di quello associato agli impianti moderni che è sempre posto pari a 2, per via della minore rilevanza che lo caratterizza rispetto agli altri fenomeni osservati.

Al calcolo di ogni sotto-indice contribuiscono variabili (incidenze) registrate nel tracciato schedografico Fronti Edilizi e aggregate: secondo una media pesata nel caso di T_{mf} in cui la sostituzione degli infissi storici (I_{sis}) ha sempre un peso inferiore rispetto a quella dei rivestimenti (I_{srs}) e delle decorazioni (I_{sds}) storiche; in base ad una media aritmetica per la stima di T_{mc} ottenuta combinando le incidenze relative alle modifiche strutturali (I_{ms}), alle sopraelevazioni/superfettazioni (I_{ss}) e alle modifiche non strutturali (I_{mns}) rilevate; con l'assegnazione di un punteggio associato alla presenza di impianti moderni (P_{im}) che varia a seconda che la relativa incidenza (I_{im}) sia registrata nella scheda come 'assente', 'bassa' e 'alta'.

Di seguito sono indicati gli algoritmi di calcolo dei sotto-indici T_{mf} , T_{mc} e P_{im} .

$$T_{mf} = \frac{(I_{srs} * p_{srs} + I_{sds} * p_{sds} + I_{sis} * p_{sis})}{(p_{srs} + p_{sds} + p_{sis})}$$

I pesi p_{srs} e p_{sds} sono stabiliti pari a 1; p_{sis} è pari a 0.5, come già detto, in considerazione della minore rilevanza che caratterizza gli impianti moderni.

$$T_{mc} = \frac{(I_{srs} * p_{srs} + I_{sds} * p_{sds} + I_{sis} * p_{sis})}{(p_{srs} + p_{sds} + p_{sis})}$$

Nella formulazione di T_{mc} i pesi sono assegnati in base al principio della rilevanza e possono variare fra i valori 2, 3 e 4.

$$P_{im} = I_{im}$$

L'incidenza relativa alla presenza di impianti moderni, I_{im} come già detto, è registrata nella scheda con un giudizio qualitativo articolato in

‘assente’, ‘basso’ e ‘alto’; in corrispondenza di ogni valutazione sono stati assegnati, rispettivamente, i punteggi 0; 0.5; 1.

La stima del livello di trasformazioni e modifiche del modello di calcolo descritto vuole isolare i soli interventi estranei alla natura costruttiva di tipo tradizionale del fronte urbano (per esempio i rifacimenti di intonaco con rivestimenti a base di cemento, tinteggiature sintetiche, aperture o ampliamenti di vani con l'introduzione di architravi e stipiti realizzati con materiali moderni, aggiunte di volumi con funzione di servizi, ecc...). Tali presenze, infatti, compromettono in genere lo stato di conservazione e il comportamento strutturale, specie sotto sisma, della fabbrica, oltre ad alterarne il più delle volte la qualità percettiva.

Il modello di calcolo per l'Indice di vulnerabilità 'INDvul(k)' ricalca la struttura della scheda Fronte Edilizio che descrive e analizza lo stato di conservazione di un prospetto osservando ogni componente che lo costituisce. Per tale ragione la stima dell'indice INDvul(k) riferito ad un certo fronte 'k' è stata impostata come media pesata di punteggi 'Qi', ciascuno espressione dello stato di conservazione osservato in corrispondenza di ogni componente i-esimo della facciata indagata:

$$\text{INDvul}(k) = \text{SOMMA } (Q_i/n) * f_i$$

Il simbolo 'n' indica il numero degli elementi componenti; 'fi' è il fattore di 'ispezionabilità', desunto dalla scheda e espresso nei valori: 0.5; 0.8 e 1, a seconda che l'accessibilità alle informazioni sia stata valutata dallo schedatore di livello 'basso', 'medio', 'alto'.

Per determinare il valore di Qi che, come già detto, esprime la vulnerabilità di ciascun componente edilizio, il modello di calcolo prevede un'ulteriore aggregazione: i singoli punteggi 'd_x' assegnati ai sei diversi tipi di danno (A. danni strutturali; B. disgregazione del materiale; C. macchie da umidità; D. attacchi biologici; E. alterazione degli strati superficiali; F. parti mancanti), rispetto ai quali lo schedatore è chiamato a esprimersi attraverso i parametri 'gravità' ('G', bassa o alta); 'estensione' ('E', in %, da 1 a 100); 'urgenza' ('U', bassa, media o alta), vengono combinati in una media pesata avente la formulazione di seguito indicata:

$$Q_i = \text{SOMMA } (k_x * p_{dx} * d_x) / \text{SOMMA } p_d$$

'd_x' è un punteggio che può assumere i valori 2, 3 e 4 a seconda che il giudizio ottenuto 'combinando' opportunamente i livelli di G, E e U

registrati nella scheda per ogni tipo di danno risulti, rispettivamente, 'basso', 'medio' e 'alto'. La stima di d_x , infatti, scaturisce da una serie di condizioni (*query*) orientate ad aggregare i parametri G, E e U, nel definire le quali gravità e urgenza risultano sempre prevalenti rispetto all'estensione del danno da cui, in questa fase, il procedimento di valutazione prescinde, per evitare, in special modo in un rilievo speditivo, di subordinare problematiche conservative locali, ma particolarmente compromesse o non rinviabili, a fenomenologie diffuse, ma tali da non richiedere un approfondimento e un intervento immediati²².

I pesi ' p_{dx} ' assegnati ad ogni tipo di danno (esibito dal rispettivo punteggio ' d_x ') sono a loro volta stimati in funzione dei relativi indicatori G, E e U, applicando il criterio della ricorrenza:

$$P_{dx} = f(p_{dxE}, P_{dxG}, P_{dxU})$$

In definitiva, si propone di applicare un peso 'estensione' (p_{dxE}) maggiore alla tipologia di danno che presenta la diffusione più elevata e via via decrescente per quei danni meno estesi. Analogo criterio è impiegato rispetto alla gravità e all'urgenza, ricordando che:

la gravità G varia fra bassa (= 2) o alta (=4)

l'estensione E varia fra bassa (= 2), media (= 3), alta (= 4)²³

l'urgenza U varia fra bassa (= 2), media (= 3), alta (= 4)

Segue un calcolo di Q_i 'frazionato', applicando una volta i pesi relativi all'estensione, una seconda quelli relativi alla gravità e una terza quelli relativi all'urgenza:

$$Q_{iE} = \text{SOMMA } (p_{dxE} * d_{xE}) / \text{SOMMA } p_{dxE}$$

$$Q_{iG} = \text{SOMMA } (p_{dxG} * d_{xG}) / \text{SOMMA } p_{dxG}$$

$$Q_{iU} = \text{SOMMA } (p_{dxU} * d_{xU}) / \text{SOMMA } p_{dxU}$$

²² Sono state introdotte le seguenti *query*: 1. se G or U è 'alta, comunque sia E, allora d_x è alto (=4); 2. se G and U sono basse, comunque sia E, allora d_x è basso (=2); 3. Se G è bassa and U è media, comunque sia E, allora d_x è medio (=3).

²³ Poiché l'estensione E è indicata nella scheda sotto forma di una percentuale variabile da 1 a 100, affinché possa essere confrontata e combinata con gli altri due parametri G ed U, è stato necessario introdurre una serie di *query* in grado di 'tradurre' E in 'bassa', 'media' e 'alta': se E è minore del 10% si considera 'bassa'; se E è pari o maggiore al 10% ed è minore del 40% si considera 'media'; se E è maggiore o uguale al 40% ed è inferiore o uguale al 100% si considera 'alta'.

Infine, la stima di Q_i si ottiene aggregando, con una media aritmetica, i singoli punteggi valutati separatamente rispetto a E, G ed U:

$$Q_i = \text{SOMMA } (Q_{i_k})/3 \quad \text{con } k = E, G, U$$

Resta la definizione del coefficiente ' k_x ' inteso come fattore correttivo finalizzato ad esprimere una scala di importanza di alcune tipologie di danno rispetto ad altre, indipendentemente dalla specifica valutazione registrata nella scheda in termini di gravità, urgenza ed estensione. In tal senso, si ritiene che per esempio la tipologia A (danno strutturale) è da considerarsi sempre più significativa rispetto alle altre, sia per il rischio di perdita che può innescare sia per il tipo di approfondimento richiesto generalmente più oneroso ($k_A = 2$). Seguono le tipologie B (disgregazione del materiale), C (macchie da umidità) ed F (parti mancanti), in corrispondenza delle quali $k_{B,C,F}$ è posto pari a 1.5; infine D (attacchi biologici) ed E (alterazione degli strati superficiali), entrambi da considerarsi patologie meno rischiose, hanno un $k_{D,E}$ posto pari a 1.

Come già accennato, la sperimentazione condotta su un campione costituito da fronti edilizi appartenenti a centri storici con caratteri costruttivi e problematiche conservative differenti, consentirà di verificare la corretta impostazione del modello di calcolo, di controllare che le formulazioni introdotte siano in grado di cogliere la presenza di interventi impropri e di fragilità diverse in modo coerente con la realtà costruttiva indagata, nonché di predisporre il tipo di rappresentazione e visualizzazione dei risultati più adeguato.

Bibliografia

- ACIERNO, FIORANI 2019: M. Acierno, D. Fiorani, *Innovative Tools for Managing Historical Buildings: the Use of Geographic Information System and Ontologies for Historical Centers*, in R. Brumana, V. Pracchi, F. Rinaudo, A. Grimoldi, M. Scaioni, M. Previtali L. Cantini (eds.), «ISPRS. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», XLII, 2019, W11, Proceedings of GEORES 2019: Geomatics and Restoration (8-10 May 2019 – Milan, Italy), pp. 21-27
- ACIERNO, FIORANI, VELIOS 2021: M. Acierno, D. Fiorani, A. Velios, *Vocabulary alignment for sharing architectural conservation data* in Proceedings of the joint international event 9th ARQUEOLÓGICA 2.0 & 3rd GEORES (Valencia (Spain), 26–28 April 2021), Editorial Universitat Politècnica de València, Valencia 2021, pp. 79-84
- ANGELETTI, FERRONI 2008: P. Angeletti, A. Ferroni, *Vulnerabilità, pericolosità e rischio locale con il metodo del C.R.P.R.*, in *S.I.T. – Il sistema informativo territoriale e gli studi tematici*, Eurografica srl, Palermo 2008, pp. 165-188
- ANGELETTI ET AL. 2009: P. Angeletti et al., *Un metodo speditivo di valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di beni culturali. Caso di studio: Sicilia e Calabria*, atti del XIII convegno ANIDIS (Bologna, 28 giugno-2 luglio), 2009, sessione 4.1, pubblicazione cdrom
- BALDI, COPPI, GIOVAGNOLI, MARABELLI 1994: P. Baldi, R. Coppi, A. M. Giovagnoli, M. Marabelli, *Metodi e modelli per la costruzione e la definizione di mappe di rischio del patrimonio storico-artistico – 1ª parte*, in «I Beni Culturali», II, 6, 1994, pp. 55-59
- BALDI COPPI, GIOVAGNOLI, MARABELLI 1995: P. Baldi, R. Coppi, A. M. Giovagnoli, M. Marabelli, *Metodi e modelli per la costruzione e la definizione di mappe di rischio del patrimonio storico-artistico – 2ª parte*, in «I Beni Culturali», III, 1, 1995, pp. 35-40
- BARTOLOMUCCI 2008a: C. Bartolomucci, *Nuovi metodi per la documentazione*, in G. Carbonara (diretto da), *Trattato di restauro architettonico. Secondo aggiornamento, Grandi temi di Restauro*, UTET Scienze Tecniche, Torino 2008, vol. 10, pp. 105-140

- BARTOLOMUCCI 2008b: C. Bartolomucci, *Santa Maria di Collemaggio: interpretazione critica e problemi di conservazione*, Palombi, Roma 2004
- BARTOLOMUCCI, CACACE 2009: C. Bartolomucci, C. Cacace, *La Carta del rischio del patrimonio culturale: normalizzazione delle tipologie degli edifici nella banca dati del Sistema informativo territoriale*, in «Bollettino ICR», 16, 2009, pp. 69-77
- BONANNI, CACACE, GADDI, GIOVAGNOLI 2009: P. Bonanni, C. Cacace, R. Gaddi, A. Giovagnoli, *Calcolo del rischio territoriale e del rischio individuale per i beni di interesse storico-artistico a Torino*, ISPRA Rapporti, 2009, 88, reperibile online <<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/calcolo-del-rischio-territoriale-e-del-rischio-individuale-per-i-beni-di-interesse-storico-artistico-a-torino>> [14.05.2021]
- BRATKOVÁ, KUCEROVÁ 2014: E. Bratková, H. Kucerová, *Knowledge Organization Systems and Their Typology*, in «Revue of Librarianship», 25, 2, 2014, pp.1-25
- BROGIOLO, CAGNANA 2012: G.P. Brogiolo, A. Cagnana, *Archeologia dell'architettura – metodi e interpretazioni*, All'Insegna del Giglio, Siena 2012
- CACACE 2006: C. CACACE, *GIS: uno strumento per la rappresentazione organizzata delle informazioni sui processi di restauro e conservazione*, in «Bollettino ICR», n.s., 13, 2006, pp. 19-26
- CARTA DEL RISCHIO 1996: *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, A.T.I. Maris, Roma 1996
- CANIGGIA, MAFFEI 1979: G. Caniggia, G.L. Maffei, *Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979
- CANIGGIA 1968: G. Caniggia, *Voci: Crinale, Controcrinale, Percorso*, in *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica (D'EAU)*, Istituto editoriale romano, Roma 1968
- CANGI 2005: G. Cangi, *Manuale del Recupero strutturale e antisismico*, DEI, Roma 2005
- CIFANI, LEMME, PODESTÀ 2005: G. Cifani, A. Lemme, S. Podestà (a cura di), *Beni monumentali e terremoto. Dall'emergenza alla ricostruzione*, DEI, Roma 2005
- COPPI 1997: R. Coppi, *Metodologia per la costruzione di modelli di rischio del patrimonio culturale*, in G. Castelli (a cura di), *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, ICR – Bonifica, Roma 1997, pp. 33-37
- CUTARELLI 2019: S. Cutarelli, *La schedatura dei centri storici nella Carta del Rischio: un'esemplificazione*, in FIORANI 2019, pp.163-178
- DE MEIO 2006: M. De Meo, *Tecniche costruttive murarie medievali. La Sabina, «L'Erma» di Bretchneider*, Roma 2006
- DOGLIONI 1997: F. Doglioni, *Stratigrafia e restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura*, Edizioni LINT, Trieste 1997
- DOGLIONI, SCAPPIN, SQUASSINA, TROVÒ 2017: F. Doglioni, L. Scappin, A. Squassina, F. Trovò, *Conoscenza e restauro degli intonaci e delle superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni, indirizzi di intervento*, il prato, Saonara (PD) 2017
- DONATELLI 2010: A. Donatelli, *Terremoto e architettura storica: prevenire l'emergenza*, Gangemi, Roma 2010

- DONATELLI 2019: A. Donatelli, *Addenda: considerazioni per la definizione degli algoritmi per le schede di Unità Urbana*, in FIORANI 2019, pp. 135-138
- FAST, LEISE, STECKE 2002: K. Fast, F. Leise, M. Steckel, *What Is a Controlled Vocabulary?*, <http://web.archive.org/web/20030811115443/http://www.boxesanddarrow.com/archives/what_is_a_controlled_vocabulary.php> [17/5/2021]
- FERRONI, ANGELETTI 2008: A. Ferroni, P. Angeletti, *Modelli di calcolo di vulnerabilità, pericolosità e rischio*, in S.I.T. – *Il sistema informativo territoriale e gli studi tematici*, Eurografica srl, Palermo 2008, pp. 83-85
- FERRONI, CACACE 2004: A. Ferroni, C. Cacace, *Carta del Rischio: la vulnerabilità archeologica*, in A.A.V.V., *Apparati Musivi Antichi nell'area del Mediterraneo*, atti del convegno internazionale di studi (Piazza Armerina, 9-13 aprile 2003), Quaderni di Palazzo Montalbo n. 4, Dario Flaccovio, Palermo 2004, pp. 466-472
- FIORANI 1996: D. Fiorani, *Tecniche costruttive murarie medievali. Il Lazio meridionale*, «L'Erma» di Bretschneider, Roma 1996
- FIORANI 2019: D. Fiorani, *Il futuro dei centri storici. Digitalizzazione e strategia conservativa*, Quasar, Roma 2019
- FIORANI, CUTARELLI, DONATELLI, MARTELLO 2019: D. Fiorani, S. Cutarelli, A. Donatelli, A. Martello, *Vulnerabilità dei centri storici. Validazione della scheda Unità Urbana del sistema Carta del Rischio tramite la sua applicazione su due centri laziali*, in «Materiali e Strutture. Problemi di conservazione», n.s., VII, 2019, 16, pp. 69-96
- FIORANI 2020: D. Fiorani, *Conoscenza e intervento come processo dinamico. L'impiego della Carta del Rischio come strumento di gestione conservativa dei centri storici*, in D. Fiorani, E. Romeo (a cura di), *Realizzazione degli interventi*, Sezione 4 di *Restauro. Conoscenza, Progetto, Cantiere, Gestione*, coordinato da S.F. Musso, M. Pretelli, Quasar, Roma 2020, pp. 569-579
- FIORANI, CACACE 2020: D. Fiorani, C. Cacace, *La Carta del Rischio come strumento di gestione conservativa dei centri storici*, in A.M. Oteri, G. Scamardì (a cura di), *Un Paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento*, «ArcHistoR EXTRA», 7, 2020, pp. 1542-1563
- FIORANI, CUTARELLI 2020: D. Fiorani, S. Cutarelli, *Serramenti storici nel Lazio. Caratteri di una componente edilizia in via di estinzione*, in «Recupero e conservazione», VIII, 161, 2020, pp. 118-125
- FIORANI, MARTELLO, CUTARELLI, DONATELLI 2020: D. Fiorani, A. Martello, S. Cutarelli, A. Donatelli, *La Carta del Rischio per i centri storici: Conoscenza e gestione del patrimonio storico applicate a due centri laziali*, in L. Caravaggi (a cura di), *Progetto SISMI-DTC Lazio: Conoscenze e innovazioni per la ricostruzione e il miglioramento sismico dei centri storici del Lazio*, Quodlibet, Macerata 2020, pp. 38-43
- FIORE 2018: F. P. Fiore, *Architettura e arte militare. Mura e bastioni nella cultura del Rinascimento*, Campisano editore, Roma 2018
- GIUFFRÈ 2010: A. Giuffrè, *Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro saggi 1985-1997*, a cura di C. F. Carocci e C. Tocci, Gangemi, Roma 2010

- HARPRING 2020: P. Harpring, *Introduction to Controlled Vocabularies Terminology for Art, Architecture, and Other Cultural Work*, Getty research Institute, 2020 (1° ed. 2010)
- ISKO: *ISKO Encyclopedia of Knowledge Organization (IEKO)*, in <isko.org> [19/10/2021]
- LAGOMARSINO, PODESTÀ 1999: S. Lagomarsino, S. Podestà, *Metodologie per l'analisi di vulnerabilità delle chiese*, in *L'Ingegneria Sismica in Italia*, atti del 9° Congresso Nazionale ANIDIS (Torino, 20-23 settembre 1999), pubblicazione cdrom
- LINEE GUIDA 2010: *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale* (Circolare n. 26 del 2 dicembre 2010), Gangemi, Roma 2010
- MAGGI 2002: L. Maggi, s.v. *Genazzano*, in B. Azzaro, M. Bevilacqua, G. Coccioli, A. Roca De Amicis (a cura di), *Atlante del Barocco. Lazio. Provincia di Roma*, De Luca, Roma 2002, pp. 138-141
- MANCINELLI 2018: M. L. Mancinelli, *Gli standard catalografici dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione*, in R. Tucci, *Le voci, le opere e le cose. La catalogazione dei beni culturali demotnoantropologici*, Roma, Istituto centrale per il catalogo e la documentazione – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, 2018, pp. 279-302
- MAZZOCCHI 2018: F. Mazzocchi, *Knowledge organization system (KOS)* in «*Knowledge Organization*», 45, 1, 2018, pp. 54-78
- MICALIZZI, ANGELUCCI 2021: P. Micalizzi, F. Angelucci, *Il Descriptio Romae attualità e sviluppi*, in «*Ricerche di Storia dell'Arte*», 134, 2021, pp. 33-40
- MURATORE 2010: O. Muratore, *Il colore dell'architettura storica, un tema di restauro*, Alinea, Firenze 2010
- MURATORI 1959: S. Muratori, *Studi per una operante storia urbana di Venezia. I: Quadro generale dalle origini agli sviluppi attuali*, in «*Palladio*», n. 3-4, 1959, pp. 97-208
- MUSELLI 1998: G. Muselli, *Oltre le facciate. La lettura degli elementi architettonici e dei tipi edilizi nel Centro Storico di Napoli*, Clean, Napoli 1998
- NEGRI 2008: A. Negri, *Tecnologie informatiche per la conoscenza e la conservazione*, in G. Carbonara (diretto da), *Trattato di restauro architettonico. Secondo aggiornamento, Grandi temi di Restauro*, UTET Scienze Tecniche, Torino 2008, vol. 10, pp. 63-99
- PICCINATO 1978: L. Piccinato, *Urbanistica medievale*, Dedalo Libri, Bari 1978
- PUGLIANO 2009: A. Pugliano, *Elementi di un costituendo Thesaurus utile alla conoscenza alla tutela, alla conservazione dell'architettura. Il riconoscimento, la documentazione, il catalogo dei beni*, Prospettive edizioni, Roma 2009, 2 voll.
- SIMONE 2014: G. Simone, s.v. *Cittaducale*, in B. Azzaro, G. Coccioli, D. Gallavotti Cavallero, A. Roca De Amicis (a cura di), *Atlante del Barocco in Italia, Lazio 2. Province di Frosinone, Latina, Rieti, Viterbo*, De Luca, Roma 2014, pp. 168-172
- SOERGEL 2009: D. Soergel, *Knowledge Organization Systems: Overview*, <<http://www.dsoergel.com/SoergelKOSOverview.pdf>> [12/05/2021]

- STOVEL 2007: H. Stovel, *Effective use of authenticity and integrity as world heritage qualifying conditions*, in «City & Time», 3, 2007, pp. 21-36
- STRAPPA, CARLOTTI, CAMIZ 2016: G. Strappa, P. Carlotti, A. Camiz, *Morfologia urbana e tessuti storici. Il progetto contemporaneo dei centri minori del Lazio*, Gangemi, Roma 2016
- TIMO, VETROMILE 1983: P. Timo, E. Vetromile (a cura di), *Genazzano*, in «Storia della città», VIII, 28, 1983, pp. 83-94
- TRIZIO 2017: I. Trizio, *La chiesa di Santa Maria in valle Porclaneta: la vicenda storico-costruttiva e l'uso di strumenti innovativi per la gestione della conoscenza*, Nardini, Firenze 2017
- VAN OERS 2010: R. Van Oers, *Managing cities and the historic urban landscape initiative – an introduction*, in R. Van Oers, S. Haraguchi (a cura di), *Managing Historic Cities*, in «World Heritage Papers», 27, 2010, pp. 7-17
- VELIOS 2020: A. Velios, *Linked Conservation Data. Types of vocabularies*, <Types of vocabularies linked-conservation-data/conservation-vocabularies Wiki GitHub> [1/11/2021]
- WELLISCH 1995: H. Wellisch, *Indexing from A to Z*, H.W. Wilson, New York 1995
- ZENG 2008: M. L. Zeng, *Knowledge Organization Systems (KOS)*, in «Knowledge Organization», 35, 2-3, 2008

CONSIGLIO SCIENTIFICO-EDITORIALE
SAPIENZA UNIVERSITÀ EDITRICE

Presidente

UMBERTO GENTILONI

Membri

ALFREDO BERARDELLI

LIVIA ELEONORA BOVE

ORAZIO CARPENZANO

GIUSEPPE CICCARONE

MARIANNA FERRARA

CRISTINA LIMATOLA

Il Comitato editoriale assicura una valutazione trasparente e indipendente delle opere sottoponendole in forma anonima a due valutatori, anch'essi anonimi. Per ulteriori dettagli si rinvia al sito: www.editricesapienza.it

COLLANA STUDI E RICERCHE

Per informazioni sui precedenti volumi in collana, consultare il sito:
www.editricesapienza.it

100. Si dice in molti modi
Frasesologia e traduzioni nel *Visconte dimezzato* di Italo Calvino
a cura di Sabine E. Koesters Gensini e Andrea Berardini
101. Lingue romanze in Africa
a cura di Simone Celani, Chiara Celata e Oreste Floquet
102. I pretoriani di Roma nei primi due secoli dell'Impero
Nuove proposte e vecchi problemi ottanta anni dopo Durry e Passerini
Giorgio Crimi
103. Metropoliz o il Tempo del sogno
Discorsi, relazioni e pratiche di vita in un'occupazione abitativa romana
Gabriele Salvatori
104. Al abrigo del tiempo que me arrasa
Eliseo Diego en su centenario (1920-1994)
edición de Mayerín Bello y Stefano Tedeschi
105. Representación de la(s) violencia(s) en la posmodernidad mexicana
Vida privada y muerte pública
Elena Ritondale
106. Percorsi in Civiltà dell'Asia e dell'Africa I
Quaderni di studi dottorali alla Sapienza
a cura di Federica Casalin, Marina Miranda
107. «Trovare nuove terre o affogare»
Europeismi, letterature straniere e potere nelle riviste italiane
tra le due guerre
Daniel Raffini
108. Biblioteca casa delle opportunità: cultura, relazioni, benessere
Report dell'indagine "La biblioteca per te"
Chiara Faggiolani
109. Centri storici, digitalizzazione e restauro
Applicazioni e prime normative della Carta del Rischio
Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli, Silvia Cutarelli,
Annarita Martello

La Carta del Rischio per i Centri Storici del Ministero della Cultura vuole garantire la conservazione e il governo dell'edilizia storica diffusa e fa riferimento a premesse culturali, finalità e potenzialità qui sintetizzate con l'ausilio di rimandi bibliografici. Il gruppo di ricerca di Sapienza Università di Roma lavora da tempo in maniera congiunta sullo sviluppo del sistema digitale curandone l'efficacia dal punto di vista del restauro architettonico e della digitalizzazione. Si presentano in questa sede le norme relative a due delle sei schede della CdR (Centro Storico e Unità Urbana-Aggregato), così da favorire una compilazione coerente ed efficace, e quattro schede da campo (CS, UU-A, Unità Urbana-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica, Fronte Edilizio), in modo da ampliare i contenuti illustrati. Vengono poi approfondite due componenti fondamentali del sistema, costituite da vocabolari, algoritmi, e le problematiche legate alla schedatura delle Unità Urbane e dei Fronti Edilizi.

Donatella Fiorani, prof. Ordinario di Restauro. La sua ricerca è soprattutto dedicata alla teoria e alla prassi del restauro, alla costruzione storica e allo sviluppo degli strumenti digitali per la conservazione.

Marta Acierno, prof. Associato di Restauro. Studia in particolare l'architettura medievale, argomenti di restauro architettonico e lo sviluppo degli strumenti digitali per la conservazione.

Adalgisa Donatelli, prof. Associato di Restauro. Ha approfondito temi di sicurezza strutturale degli edifici storici, di storia del restauro e lo sviluppo degli strumenti digitali per la conservazione.

Annarita Martello, Dottoranda. Ha lavorato su temi di conservazione dei centri storici e allo sviluppo degli strumenti digitali per la conservazione.

Silvia Cutarelli, Ricercatore di Restauro. Si è dedicata all'architettura e alla costruzione medievale, al restauro urbano e allo sviluppo degli strumenti digitali per la conservazione.

ISBN 978-88-9377-208-2



9 788893 772082

